

# 浅谈桩板式挡土墙受力分析

李万凯 狄龙

中交一公局集团总承包经营分公司

**摘要:** 桩板式挡土墙广泛用于公路、铁路以及市政工程中。本文通过工程实例对桩板式挡土墙中抗滑桩及桩间混凝土挡土板的受力进行计算分析,对项目桩板墙的实施具有总要的意义。

**关键词:** 桩板式挡土墙; 抗滑桩; 受力计算

## 一、工程概况

### (一) 工程概述

某工程道路左右两侧存在现状高压电塔,受此限制,在桩号K1+740~K1+870两侧设置桩板式挡土墙,挡土墙最大高度15m;桩板墙采用人工挖孔桩+预应力锚索进行支护。坡面桩间现浇混凝土面板,预应力锚索采用6s15.2压力分散型锚索。支护结构参数如下:

人工挖孔桩: 抗滑桩断面尺寸为: 1.2×1.5m, 采用强度为C35混凝土浇筑, 保护层为8mm;

桩间混凝土挡土板: 均采用250mm厚C25混凝土面板;

护壁面板: 挖孔桩护壁厚250mm, C30混凝土浇注;

1.2×1.5m桩中心间距2.5m, 锚索竖向间距3m。

### (二) 水文资料

测区内是以东江为主流的水系网, 东江及较大分支河沟内均为常年性水流。地表的水库、水塘、沟渠分布不均匀, 地表水较为发育。水量、水位受季节控制明显, 本次勘察时为洪水期, 河流、冲沟水量较大。

根据土中易溶盐分析报告结论, 地下水位以上土对混凝土结构具微腐蚀性, 对混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。

场地地下水及土对混凝土结构具弱腐蚀性, 地下水对钢筋混凝土结构中钢筋长期浸水和干湿交替具微腐蚀性, 土对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性, 土对钢结构具微腐蚀性。对钢结构具微腐蚀性, 土对钢结构只按pH值考虑具微腐蚀性, 如需进一步评价, 应按规范试验指标综合判定。

按场地环境类型的分类, 该场地环境类型为II类。

## 二、桩板式抗滑桩计算模型及原理

### (一) 计算模型

计算模型中桩前覆土模型包括弹簧模型和荷载模型。

### (二) 荷载组合

#### (1) 考虑以下荷载

桩身: 桩顶集中力, 竖直向下为+; 桩顶集中弯矩, 逆时针方向为+; 自重。桩前: 荷载模型中桩前覆土对桩的被动土压力、剩余抗滑力。桩后: 桩后土对桩的主动土压力、滑坡推力。桩后坡线上: 集中力、分布力。

#### (2) 荷载分项系数

在计算桩内力时候, 采用设计荷载进行计算; 锚杆设计时根据设计荷载计算出的支座反力作为锚杆的设计内力, 进行锚杆设计。

### (三) 内力计算原理

抗滑桩结构是一种大截面的侧向受荷载的桩。计算桩的内力、位移两方面采用弹性计算方法, 根据在滑动面以下的土反力计算所采用的土反力系数的方法不同分为下列几种: “m”法、“c”法、“K”法。

#### (1) 土反力计算

$$p = k\Delta \quad (2.3.1-1)$$

$$\kappa = A_0 + \alpha h^n \quad (2.3.1-2)$$

式中:

p——抗滑桩在滑坡面以下的弹性土抗力 (kPa);

A<sub>0</sub>——位于滑坡面位置的弹性系数初始数值 (kN/m<sup>3</sup>);

k——弹性土抗力系数;

Δ——滑坡面以下桩的位移 (m);

a、n——计算系数;

h——滑坡面到滑坡面位置以下任意一点的垂直方向距离 (m)。

可根据计算系数的不同, 会造成不同的计算方式:

n=1, a=m时, 称为“m”法;

n=0.5, a=c时, 称为“c”法;

n=0, a=K, A<sub>0</sub>=0时, 称为“K”法。

### (2) 地基横向容许承载力

#### 1. 锚固段为岩层时

采用《铁路路基支挡结构设计规范》中10.2.10-1式, 即

$$[\sigma_H] = K_H \eta R \quad (2.3.2-1)$$

式中:

K<sub>H</sub>——在水平方向的换算系数, 用户可交互;

η——折减系数, 是根据岩石的风化及软化程度大小、岩层中的裂隙数量, 可采用0.1~0.45;

R——岩石单轴抗压极限强度。

#### 2. 锚固段地层为土层时

A. 当桩前地面没有横坡或横坡比较小时的时候, 采用《铁路路基支挡结构设计规范》中10.2.10-2式, 即

$$[\sigma_H] = 4(\gamma_1 h_1 + \gamma_2 y) \frac{\cos^2 i \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi_0}}{\cos^2 \phi_0} \quad (2.3.2-2)$$

式中:

[σ<sub>H</sub>]——地基的横向容许承载力 (kPa);

γ<sub>1</sub>——滑坡面以上岩石的重度 (kN/m<sup>3</sup>);

γ<sub>2</sub>——滑坡面以下岩石的重度 (kN/m<sup>3</sup>);

φ——滑坡面以下岩石的内摩擦角 (°);

c——滑坡面以下岩石的粘聚力 (kPa);

h<sub>1</sub>——设桩处滑动面至地面的距离 (m);

y——滑坡面以下任意点到滑坡面的竖向距离 (m)。

B. 有横坡采用《铁路路基支挡结构设计规范》中10.2.10-3式, 即

$$[\sigma_H] = 4(\gamma_1 h_1 + \gamma_2 y) \frac{\cos^2 i \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi_0}}{\cos^2 \phi_0} \quad (2.3.2-3)$$

式中:

i——地面横坡, i ≤ φ<sub>0</sub>;

φ<sub>0</sub>——岩石位于滑坡面以上的综合内摩擦角。

地基横向容许承载力[σ<sub>H</sub>]应不小于土反力p; 超过时折减该层土的“m”、“c”、“K”值, 根据实际情况的土体弹性抗力系数, 反复计算抗滑桩的内力, 直到土反力符合地基横向容许承载力范围。

注意: 实际土层建模中, 交互桩面、背侧的初始弹簧系数不同; 需要通过迭代获得负反力的长度。

#### (3) 有限元计算方程

$$[[K_z] + [K_T] + [K_{T0}]]\{\delta\} = \{p\} \quad (2.3.3-1)$$

式中:

[K<sub>Z</sub>]——抗滑桩的弹性刚度矩阵;

[K<sub>T</sub>]——土体在滑坡面以下的弹性刚度矩阵;

[K<sub>T0</sub>]——土体在滑坡面以下的初始弹性刚度矩阵;

{δ}——抗滑桩的位移矩阵;

{p}——抗滑桩的荷载矩阵。

注意:

考虑开挖工况, 每开挖一步, 桩前的被动土压力改变, 原有模型不变重新计算内力, 求出所有工况下的桩的内力结果, 并由此得到桩内力包络图。前几个工况时, 被动土压力值会较大, 可用荷载组合中的调整系数进行调整, 一般为0.1~0.3。

#### 3. 位移发生在哪一侧, 那一侧的弹簧会起作用;

4. 浸水地区抗滑桩, 内力计算考虑水平静水压力。对于桩后剩余下滑力和土压力共同作用时, 因剩余下滑力采用饱和重度计算, 土压力采用浮重度计算, 水压力只截取滑面起始点以下的水压力。

## 三、抗滑桩的受力计算分析及结果

本次计算采用数值分析法的方式对抗滑桩受力情况及数值进行分析。

(下转第85页)

采用悬臂式施工技术,可以保护施工结构的稳定性。悬臂式的施工技术,主要使用土质较好以及浅层开挖施工环境。采用重力式施工技术,有效的做好墙土支护工作。依靠自身重量,保障支护结构的平衡性。(2)在开展建筑工程深基坑支护施工过程中,需要管理人员对施工原材料进行严格的控制管理。做好采购原材料工作,保障原材料的质量,有效的提高施工质量。在施工材料准入施工现场时,需要做好检查施工原材料的工作,在施工现场应派专门施工材料质量监督工作人员,对进入现场的施工材料,做好的抽查工作,针对不符合施工设计标准和质量不合格的施工材料,应禁止使用。管理人员将施工原材料应做好现场分类管理工作,根据不同施工原材料,做好分类保存工作,针对一些比较特殊原材料,规定专门保护存储地方,有效的保障了整体施工质量。(3)在开展施工过程中应加强深基坑现场施工管理工作。管理人员需要全面提升自身的专业素养,全面了解建筑工程施工项目,提高责任心。根据施工现场具体情况,制定完善的施工管理制度。同时,加强监督管理力度,严格的根据规定进行操作,避免在施工过程中出现安全隐患,有效的保障了整体施工质量。

**四、结语**

综上所述,我国社会发展进步,带动了深基坑支护施工技术的发展进步,深基坑支护技术的合理运用,既可以提高工程的建设质量,也可以提高工程的安全性能,由此可见,建筑单位应当做好深基坑支护施工技术的研究工作,提高深基坑支护施工技术

的技术水平。

**参考文献**

[1]蒋星辉. 土建基础施工中深基坑支护施工技术探析[J]. 智能城市, 2019, 5 (15):180-181.  
 [2]李益. 土建施工中深基坑支护施工技术的运用探究[J]. 住宅与房地产, 2019 (22):183.  
 [3]田茂琴. 土建基础施工中的深基坑支护施工技术探究[J]. 住宅与房地产, 2019 (22):188.  
 [4]薛翼腾. 深基坑支护施工技术在土建基础施工中的应用研究[J]. 建材与装饰, 2018 (2):18-19.  
 [5]刘刚. 建筑工程中的深基坑支护施工技术[J]. 工程建设与设计, 2017 (7):162-163.  
 [6]蒋泉. 建筑工程中的深基坑支护施工技术关键分析[J]. 建筑与装饰, 2019 (16):157.  
 [7]凌东生. 建筑工程中的深基坑支护施工技术关键分析[J]. 中国房地产业, 2019 (23):57.  
 [8]杨刘松, 吴金良. 建筑工程中的深基坑支护施工技术关键分析[J]. 建筑工程技术与设计, 2019 (12):1534. 2095-6630. 2019. 12. 1486.  
 [9]田贵斌. 建筑工程中的深基坑支护施工技术关键分析[J]. 建筑与装饰, 2019 (10):164-165.

(上接第71页)

本文采用软件模拟抗滑桩工况,通过软件对抗滑桩受力进行模拟计算,从而得到抗滑桩的内力及位移值。

**(一) 桩计算结果**

当前计算工况的开挖深度: 9.7m

最不利的滑面数据: 滑动面线数: 3

剩余下滑力=80.356 (kN); 剩余下滑力角度=30.964°; 剩余下滑力水平分力=68.904 (kN); 剩余下滑力垂直分力=41.343 (kN); 分布范围为桩顶以下(0~7.7m)范围; 桩顶以下(7.7m~9.7m)范围内按土压力计算;

第1破裂角: 25.722°; Ea=163.695 (kN), Ex=159.814 (kN), Ey=35.43 (kN); 作用点到嵌固点距离Zy=3.113 (m); 段内的土压力合力: Ea=60.753 (kN), Ex=59.313 (kN), Ey=13.149 (kN); 作用点高度Zy=0.938合并后整个桩后范围内: 水平分力=128.217 (kN); 垂直分力=54.492 (kN); 作用点高度=2.888 (m)。第1嵌固段地层的计算方式: m法; 背侧——为挡土侧; 面侧——为非挡土侧。背侧最大弯矩=365.902 (kN·m); 距离桩顶6.5 (m); 面侧最大弯矩=0 (kN·m); 距离桩顶0 (m); 最大剪力=197.789 (kN); 距离桩顶6.5 (m); 最大位移=-111 (mm); 桩底竖向合力=417.35 (kN), 桩底面积A=1.8 (m<sup>2</sup>); 桩底所在土层承载力=350.00 (kPa); 故桩的竖向地基承载力满足。

第2种情况: 库仑土压力(一般情况)

当前计算工况的开挖深度: 9.7m

第1破裂角: 25.722° Ea=163.695 (kN); Ex=159.814 (kN); Ey=35.430 (kN) 作用点到嵌固点距离Zy=3.113 (m) 第1嵌固段地层的计算方式: m法。背侧——为挡土侧; 面侧——为非挡土侧。背侧最大弯矩=374.920 (kN·m); 距离桩顶6.500 (m); 面侧最大弯矩=0 (kN·m); 距离桩顶0.000 (m); 最大剪力=210.923 (kN); 距离桩顶6.5 (m); 最大位移=-130

(mm); 桩底竖向合力=400.35 (kN), 桩底面积A=1.8 (m<sup>2</sup>); 桩底所在土层承载力=350.00 (kPa)

故桩的竖向地基承载力满足。

**(二) 板内力计算**

板的计算长度l=2.500-1.200+0.5=1.8 (m); 板上荷载(取板段最大荷载力): q=4.184 (kN/m); 板下缘距顶距离: 1.8 (m); 板厚: b=200 (mm)

[内力计算]

板上最大弯矩: M=q<sup>2</sup>l<sup>2</sup>/8=1.694 (kN·m); 板上最大剪力: V=q<sup>2</sup>l/2=3.765 (kN); 板上支座反力: F=q<sup>2</sup>l/2=3.765 (kN)

[混凝土抗剪计算]

板作用综合分项系数: ks=1; 剪力设计值: V=3.765 (kN)  
 $V < 0.7ftbh_0 = 0.7 \times 1.430 \times 600 \times 175 = 105104.992 (N) = 105.105 (kN)$

混凝土抗剪满足要求。

**结语**

经过对抗滑桩桩身及桩间板及计算,充分了解桩板式挡土墙的受力情况,对工程实际施工过程具有重要意义。在施工过程中,应接受受力分析计算结果,避免钢筋搭接和施工缝设置在抗滑桩受剪力弯矩影响最大位置,有利于提高板式挡土墙的整体安全质量。

**参考文献**

[1]韦洪峰. 浅谈桩板式挡土墙的设计与应用[J]. 北方交通, 2014, 000 (006):94-97.  
 [2]苏华. 桩板式挡土墙受力特性与设计分析[J]. 珠江水运, 2014 (12):95-96.  
 [3]师荣伟. 桩板式挡土墙的受力分析与施工探讨[J]. 中国高新技术企业, 2015 (10):137-138.